

REGISTRO AUTOMATICO DEL TIEMPO DE PASAJE EN EL CIRCULO MERIDIANO REPSOLD CON UN MICROCOMPUTADOR

G. Carrasco¹, P. Loyola¹ y N. Haddad²

¹ DAUC

² Alumno memorista del Departamento de Electricidad de la
Universidad de Chile. Actualmente en el Observatorio
Europeo Austral

RESUMEN:

En el segundo semestre de 1984 se comenzó la construcción de un cronómetro electrónico (en línea con un microcomputador) destinado a registrar, en forma totalmente automática, el tiempo de pasaje de un astro por el meridiano. En los primeros días de julio de 1985 se empezó a utilizar este nuevo cronómetro en el Circulo Meridiano Repsold de Cerro Calán. Con respecto al cronógrafo francés marca RCT, se han registrado diferencias máximas de hasta 0.0016 en un periodo de 5 horas. El tiempo de pasaje se registra en un diskette. Se presentan el diagrama de flujo, los circuitos electrónicos y el software correspondiente. El diseño, hardware y software de este cronómetro ha sido realizado en el Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile, gracias a los Grants obtenidos del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).

Trabajo financiado con los proyectos N° 1230/83, 1148/84 y 1125/85 del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT).

I. INTRODUCCION

La modernización del Círculo Meridiano Repsold, fabricado en 1910, empezó a planificarse en 1983 como una necesidad imperiosa para agilizar la obtención de los resultados de las observaciones y poder participar en programas internacionales, por ejemplo: a) reobservar las estrellas de los programas Southern Reference Stars (SRS), ahora parte del International Reference Star Programs (IRS), y Bright Stars (BS); b) observación de planetas y pequeños planetas, para determinar la posición del equinoccio; y c) observación de radiofuentes galácticas para conectar el Sistema Fundamental FK4 con el sistema obtenido de observaciones con radiotelescopio de estas radiofuentes.

El proceso de modernización en ascensión recta se dividió en dos etapas: la primera de ellas es el reemplazo del tambor de contactos y la automatización de la adquisición del tiempo de pasaje (etapa ya cumplida); y la segunda, el cambio de guiage manual por guiage automático, etapa que está en desarrollo.

Dos soluciones se presentaron para la automatización del registro de los contactos: usar el cronógrafo impresor RCT y adaptarlo para enviar las señales al microcomputador o diseñar un nuevo cronómetro electrónico que en línea con un microcomputador permitiera el registro de cada una de las punterías y entregara el promedio de 20 contactos. Se escogió esta última solución debido a que con el desarrollo de la electrónica en los últimos años es posible, en la actualidad, diseñar y construir instrumentos de un costo relativamente bajo.

Una vez construido este cronómetro y sometido a los controles de rigor, entró en funciones en Julio del presente año, obteniéndose un avance significativo en las

observaciones en ascensión recta. En la actualidad se está trabajando en el software correspondiente para realizar en el microcomputador toda la reducción de la observación y obtener los valores (O-C) en ascensión recta.

La aprobación por FONDECYT del proyecto de investigación N° 1152/85 nos ha permitido continuar con la segunda parte del proyecto de modernización, que es el guiage automático.

2. NUEVO SISTEMA DE CONTACTOS

Cualquier modernización en ascensión recta implicaba el cambio del tambor y del sistema de contactos. En 1962 se reemplazó el sistema Repsold por un sistema de contactos de tipo telegráfico que estuvo en uso hasta Diciembre de 1984.

El sistema de tipo telegráfico adolece de ciertos problemas, causados por la humedad del aire, las partículas de polvo en suspensión e incluso el aliento del observador, que producen contactos espúreos o simplemente la ausencia de la señal; además, debido al desgaste por roce, de una pieza de plástico, era necesario determinar el largo del contacto por lo menos cada seis meses. Es necesario tener un sistema de contactos confiable que no adolezca de estos problemas para automatizar la obtención del tiempo de pasaje.

Para reemplazar el sistema de contactos telegráficos, se escogió un sistema optoelectrónico, que consiste básicamente en un tambor de aluminio de 5.0 cm de diámetro con una ranura de 0.6 mm de abertura en 5 de los 6 vértices de un hexágono regular; estas ranuras son detectadas mediante un optosensor, modelo TIL 138, que consiste en un fotodiodo y un fototransistor.

La Figura 1 muestra el circuito utilizado para detectar el paso de la ranura y enviar la señal a la tarjeta cronómetro.

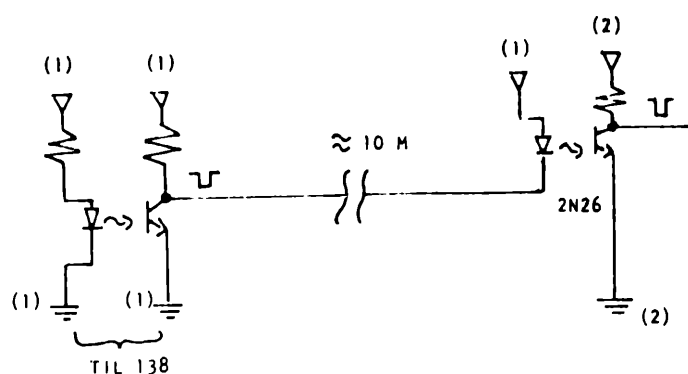


FIGURA 1. CIRCUITO SISTEMA DE CONTACTOS-SERIAL HACIA LA TARJETA CRONOMETRO.
(1) FUENTE DE 5 V DEL TELESCOPIO. (2) FUENTE DE 5 V DE LA TARJETA CRONOMETRO.

Como se puede apreciar en la Figura 1, se decidió utilizar fuentes de tensión separadas para los circuitos montados en el telescopio y los circuitos de la tarjeta cronómetro; esto significa que a la llegada de la señal a la tarjeta cronómetro hay que colocar un optoaislador (2N26). El hecho de colocar un optoaislador a la llegada de la tarjeta mejora la inmunidad al ruido debido a la característica diferencial del fotodiodo.

3. HARDWARE

Gracias al avanzado estado de la tecnología de los circuitos integrados ha sido posible diseñar y construir un cronómetro digital (tarjeta cronómetro) de 18.0 cm de largo por 12.3 cm de ancho, alimentado por las frecuencias de 10 KHz y de 1 Hz provenientes del Servicio Horario del Observatorio. El montaje y calibración del cronómetro digital se realizó en el Laboratorio de Electrónica del Departamento.

El diagrama general (de bloque) del sistema Telescopio-Cronómetro-Microcomputador está dado en la Figura 2.

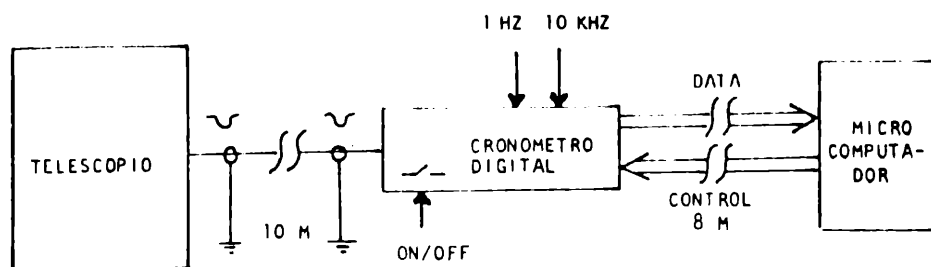


FIGURA 2. DIAGRAMA GENERAL.

La Figura 3 muestra el diagrama del cronómetro digital, cuyos componentes y funcionamiento son:

CONTADORES. Está compuesto de un bloque de 8 contadores alimentados por un reloj de 10 KHz. Al inicio de la observación el bloque de control de operación del sistema se encarga de ponerlos en cero.

LATCH. Consiste en un bloque de 4 latch de 8 bits cada uno que al llegar la señal latch desde el bloque de "sincronismo", almacena la cuenta existente (en ese instante) en el bloque de contadores.

SINCRONISMO. Es el circuito que sincroniza la llegada del contacto desde el optosensor con el incremento en la cuenta de los contadores, de modo de evitar que el bloque de latch trate de almacenar la cuenta de los contadores en el momento en que están sufriendo una transición de estado (incrementando su cuenta).

DETECTOR DE ERRORES. Es un circuito sensor que a través de 3 bits de status señala si existen problemas en la recepción de las señales de 10 KHz y 1 Hz. Además, señala error si el microcomputador demora más de 0.0001 en ir a leer la cuenta de los latch luego de detectado un contacto.

MULTIPLEXOR 2 → 1. Este circuito, de acuerdo al valor que tenga el bit A_2 del bus de dirección del microcomputador, selecciona los 4 bits más significativos de la salida

de los latch, de modo que el microcomputador tenga la posibilidad de leer los bits de estado o la cuenta de los contadores.

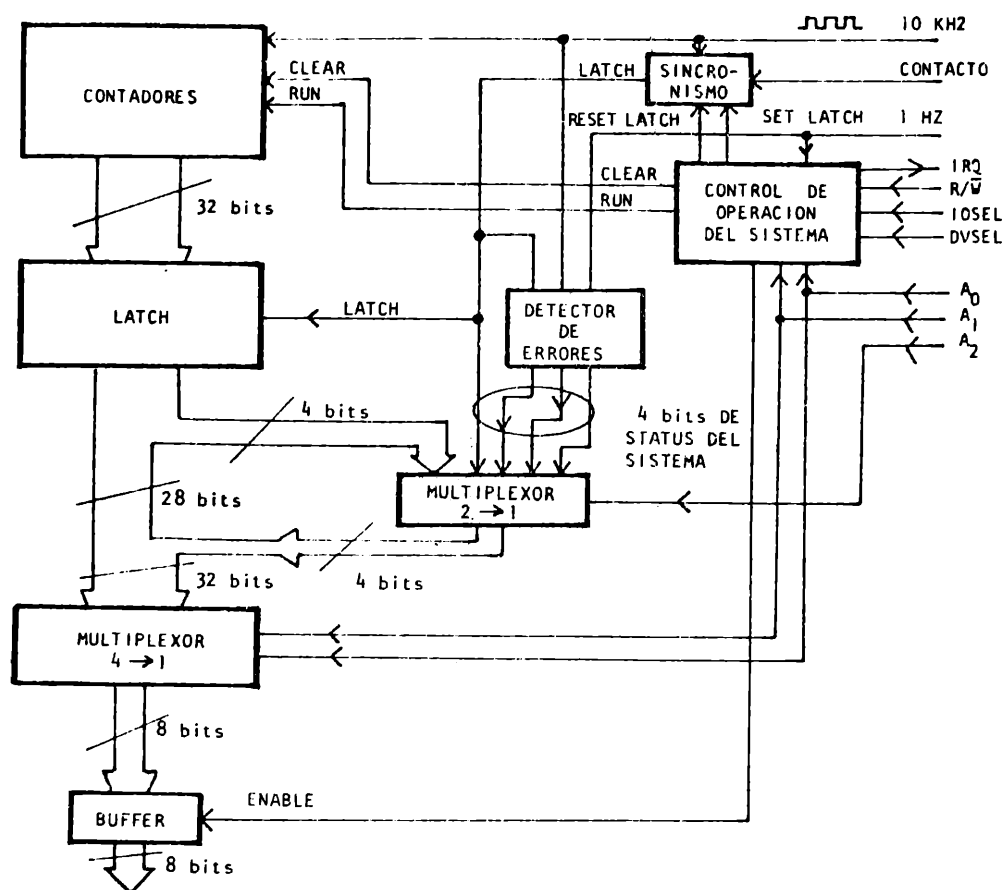


FIGURA 3. DIAGRAMA CRONOMETRO DIGITAL.

MULTIPLEXOR 4 → 1. Este circuito, de acuerdo al valor que tengan los bits A_0 y A_1 del bus de direcciones del microcomputador, selecciona cuál de los 4 latch, de 8 bits cada uno, es leído por el microcomputador.

BUFFER. Circuito que acondiciona las señales, de modo que puedan ser trasladadas al microcomputador.

CONTROL DE OPERACION DEL SISTEMA. Es la unidad encargada de controlar el funcionamiento de todo el sistema. Mediante sus señales de control pone en cero los contadores, los puede detener, y selecciona el contenido del latch que se trasladará al microcomputador.

Da un reset a la señal de latch del circuito de sincronismo de modo que el sistema quede listo para recibir el funcionamiento del sistema.

Esta unidad se encarga además de generar una interrupción, cada vez que llega un contacto se detiene y avisa al microcomputador que debe leer la cuenta almacenada en el bloque del latch.

4. SOFTWARE

El software del sistema ha sido dividido en dos partes:

a) programa en BASIC (Figura 4).

Esta parte del programa está estructurada en base a un MENU principal, en el cual el observador tiene las opciones:

1. Observación
2. Catálogo
3. Revisa serie
4. Fin

1. Observación. Esta es la opción que utiliza el observador al comenzar la serie de observaciones; debe ingresar los siguientes datos: nombre del observador, clamp, número de serie, fecha, hora de inicio; toda esta información quedará almacenada en un archivo en diskette junto con los resultados de las observaciones.

2. Catálogo. Permite revisar el número de series que están en un diskette.

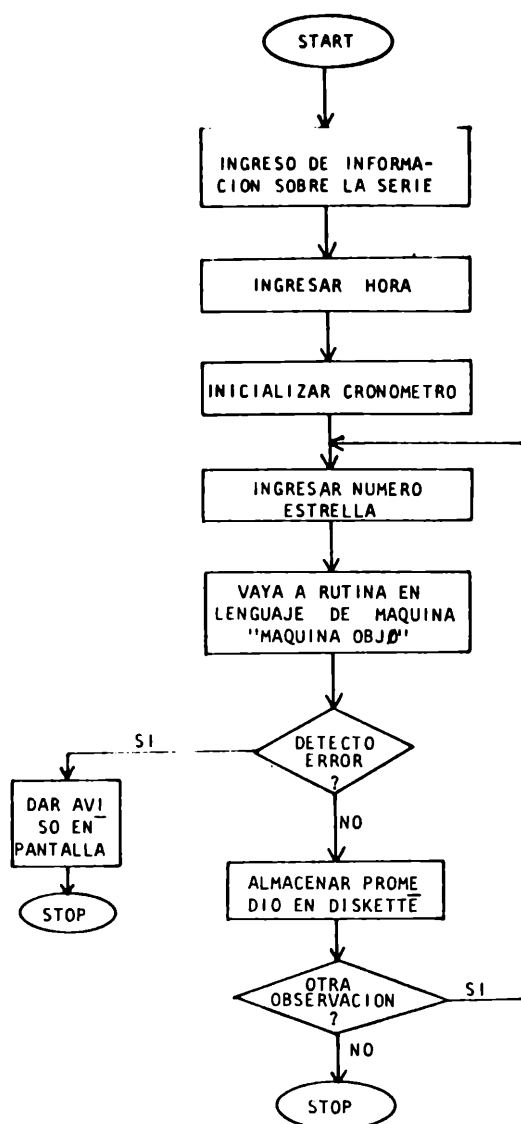


FIGURA 4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA EN BASIC QUE CONTROLA LA ADQUISICION DE DATOS.

3. Revisa serie. Contiene varias opciones:

- Lee encabezado serie
- Lista estrellas en la serie
- Lista promedios de una estrella
- Imprime datos serie completa
- Vuelve al MENU principal
- Imprime datos serie completa
- Vuelve al MENU principal

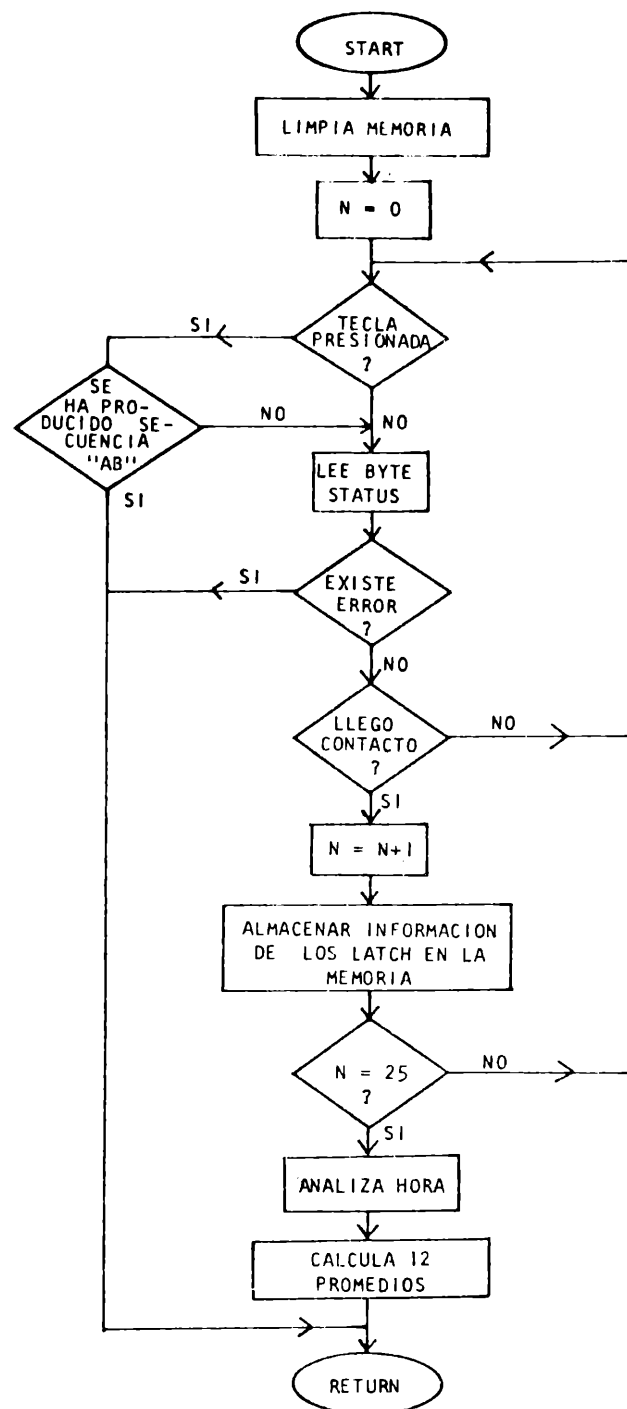


FIGURA 5. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA EN LENGUAJE DE MAQUINA "MAQUINA-OBJO" QUE CONTROLA EL FUNCIONAMIENTO DEL CRONOMETRO DIGITAL.

Una vez iniciada una serie de observaciones, el observador ingresa el número de la estrella en el microcomputador, si es culminación inferior se le agrega una "S". Completada la observación en ascensión recta, se ingresan en el microcomputador las cuatro lecturas del micrómetro de declinación; el tipo de observación, para la corrección por curvatura del paralelo; la calidad de la imagen del objeto; y, el

filtro usado. Si todos los valores están correctamente ingresados, con el comando "END" la observación queda almacenada en el diskette. El comando "AB" (abort) elimina la observación. Para finalizar la serie de observaciones, se usa el comando "ADIOS".

La opción "Imprime datos serie completa" permite tener un listado de cada una de las estrellas observadas, que contiene: el promedio de cada uno de los 12 pares de contactos; el tiempo del pasaje de la estrella en horas, minutos, segundos y diez milésimos de segundo; las lecturas del micrómetro; el tipo de observación y la calidad de la imagen.

4. Fin. Opción para finalizar el programa.

b) programa en LENGUAJE DE MAQUINA (Figura 5).

Este programa efectúa principalmente las funciones:

- Inicialización de la tarjeta-cronómetro. Consiste en poner los contadores en cero y luego esperar un comando del observador para dar el pulso de partida a los contadores.

- Registro de un contacto. Esta parte del programa trabaja en base a interrupciones, de modo que al producirse un contacto se genera una interrupción que avisa al microcomputador que ha llegado un contacto, de modo que éste direcciona la tarjeta cronómetro y lee los 4 bytes de información que son almacenados en la memoria del microcomputador; al mismo tiempo incrementa el registro donde guarda el número de contactos registrados de modo que al detectar el contacto número 25 deshabilita la entrada de contactos y le devuelve el control al programa Basic para que éste procese la información y la almacene en diskette.

En un principio el sistema no usaba el esquema de interrupciones, de modo que al comenzar a observar una estrella el microcomputador debía necesariamente estar leyendo continuamente el byte de status del cronómetro hasta detectar que había llegado un contacto.

Operar el sistema de esta manera, se volvía muy ineficiente, ya que el microcomputador no podía efectuar ninguna operación útil entre dos contactos. Debido a lo anterior, se modificó el sistema para que generara una interrupción a la llegada de un contacto.

5. CONCLUSIONES

Durante el primer mes de funcionamiento del cronómetro digital, las observaciones en ascensión recta se registraron en paralelo con el cronógrafo francés RCT N^o GH.010. La diferencia máxima registrada entre los dos cronógrafos es de 0^s.0016 en un intervalo de alrededor de 5 horas; esta diferencia es despreciable frente al error que se comete en el guíaje manual del hilo de ascensión recta.

Los resultados obtenidos en los tres meses de operación del sistema de registro automático del tiempo de pasajes nos permiten decir, que el cronómetro digital diseñado y construido en nuestro Departamento es de excelente calidad.

La calidad del cronómetro, unido a su bajo costo y a sus pequeñas dimensiones lo hace altamente eficaz en la astronomía meridiana.

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico por los Grants concedidos. Hacen extensivos los agradecimientos a P. Hernández, técnico electrónico del Departamento, por su colaboración en el armado e instalación del sistema.